Fig: 1.

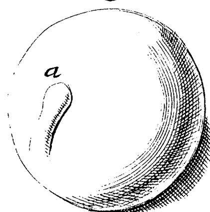


Fig: 4.

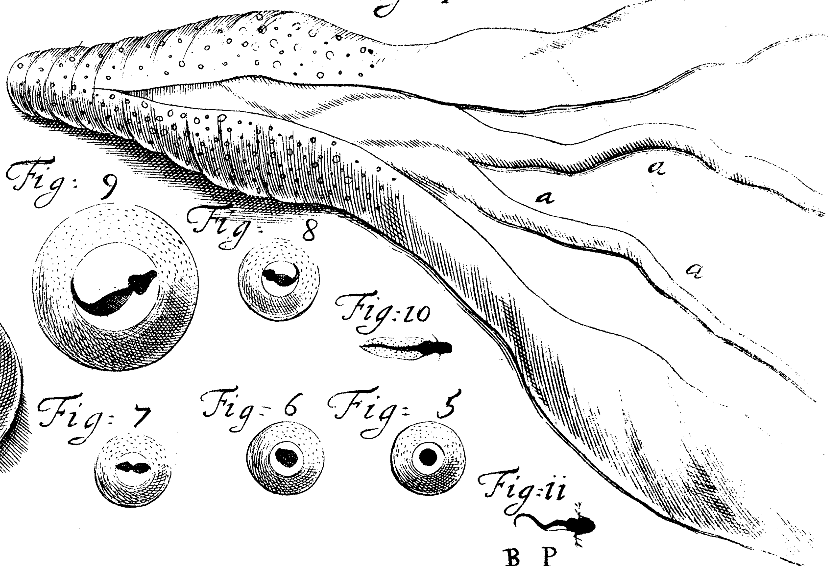


Fig: 9

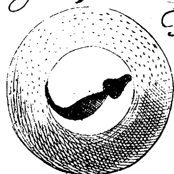


Fig: 8

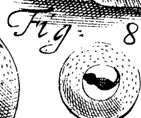


Fig: 10

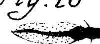


Fig: 2.

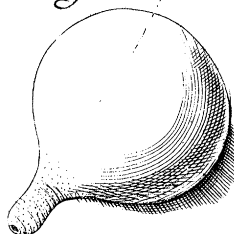


Fig: 7



Fig: 6

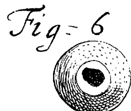


Fig: 5

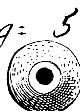


Fig: 11

Fig. 12

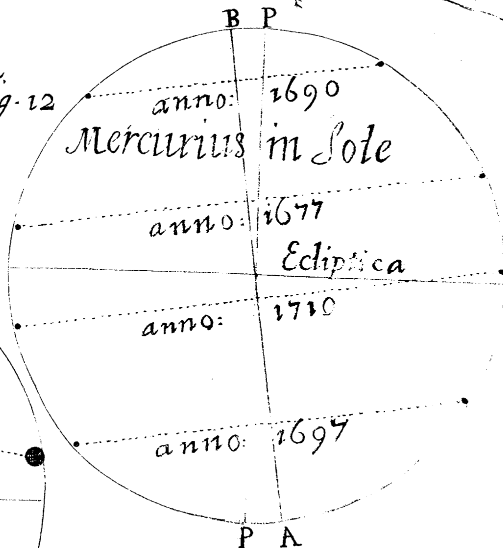


Fig: 3.

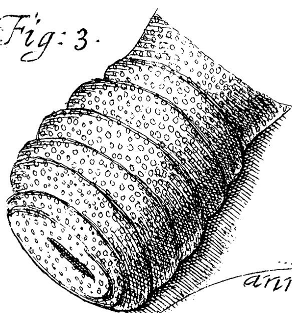
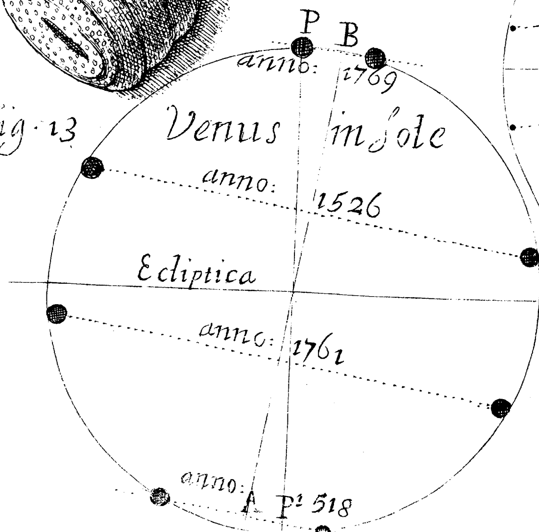


Fig. 13



De Visibili Conjunctione Inferiorum Planetarum cum *Sole*, Dissertatio Astronomica, Authore E. Halley.

Mercurii Venerisq; sidera Solis discum subintrare, ac instar Macularum nigricantium in lucido ejus Orbe aliquando conspici, tam ex verioris Astronomiæ principiis, quam ex indubitata Observantium fide, dudum compertum est. Qua vero lege, quibusq; condicionibus, quantisq; annorum intervallis hæc phænomena nobis spectanda præbentur, nescio an aliquis ex Astronomis hodiernis rite definiverit: Certe nihil hac de re inter Typis mandata hucusq; mihi visum est: Quapropter non ingratum fore arbritratus, huic inquisitioni serio operam dedi, ac dissertatione hac rem maxime perplexam paucisq; intellectam me plenius enucleaturum confido.

Has Planetarum horum Phaseis semper in retrogradientum cum Sole conjunctionibus fieri, cum scilicet Sol Nodis eorum adeo vicinus sit, ut Planetæ Soli juncti Latitudo Semidiametrum Solis non excedat, per se satis conspicuum est; quo vero facilius limites ac condiciones harum Conjunctionum pervestigem, cumq; calculi elementa omnino diversi sint, uterq; Planeta sigillatum tractandus est: à Mercurio itaq; exordiamur.

Hujus Planetæ Nodum Ascendentem, juxta nuperas & accuratas observationes, prope 15°. *Tauri, seu potius ad* 0ˢ. 15°. 44′ *à* 1ª ✱ ♈, *hoc nostro seculo reperiri, pro comperto habemus. Descendentem vero oppositum ad* 6ˢ. 15°. 44′ *à* 1ª ✱ ♈. *Angulus autem quo Planum Orbitæ Mercurialis ad Eclipiticum inclinatur satis bene se habet apud* Keplerum, *viz.* 6°. 54′. *Jam ex probatissimis Hypothesibus constat Mercurii in Nodo Ascendente*

Ascendente constituti distantiam à Sole esse partium 31365, *quarum media Solis distantia à Terra sit* 100000; *dum vero Nodum alterum occupat, distantia ista in iisdem partibus mensurata fit,* 45308. *Sol vero Nodo Ascendenti oppositus distat à Terrâ eidem junctâ partium istarum* 98955: *ad Nodum vero alterum eadem intercapedo fit* 101007, *atq; idcirco Mercurius Soli conjunctus ad Nodum Ascend. distat à Terrâ partibus* 67591: *ad Nodum vero descend. partibus* 55699. *Quæ cum inter se valde discrepent, separatim etiam consideranda veniunt Conjunctiones illæ, quæ ad diversos Nodos fiunt, Calculi elementis compendii gratia Synopticè expositis.*

Conjungatur Mercurius Retrogradus cum *Sole* Centraliter ad Nodum Ascendentem, Mense *Octobri*; ac ex prædictis Hypothesibus habebitur.

	s	°	'	"
Longitudo Solis à prima Stella Arietis	6	15	44	00
Longitudo Mercurii ex Sole visi	0	15	44	00
Distantia Mercurii à Sole, partium	31365			
Distantia Mercurii à Terra	67591			
Angulus Inclinationis Orbitæ Mercurii		6	54	00
Motus 6 Horar. Mercurii ex Sole Visi		1	30	58
Motus Solis in iisdem sex horis			15	5
Hinc Motus Mercurii à Sole; sex horis		1	15	53
Et Motus ejus à Sole ex Terra viso, 6 Horis		0	35	12
Et Angulus viæ Mercurii intra Solem visæ cum Ecliptica		8	15	00
Hinc motus Mercurii in orbitâ suâ visibili 6 Horis			35	44
Deinde motus Mercurii in Anno siderio ultrat quatuor revolutiones	1	24	45	8
In Annis tredecim itaq;	11	21	46	44
Desunt itaq; ad Revolutiones 54 integras	0	8	13	16

Quod

	d h ′
Quod ſpatium percurrit Mercurius in	2 00 13
Quibus promovetur Solis locus; ac ☿ in Nodo ſitus tantundem diſtat à conjunctione Terræ	2°. 1′ 00″
At arcus iſte ex Terrâ ſpectatus ſit	0 56 10
Unde ex dato Angulo viæ viſæ 8°. 15′ *provenit baſis, ſive diſtantia à conjunctione viſibili*	0 55 34
Qui arcus percurriter à Mercurio juxta Horariam datam horis	9^h 21
Excedunt vero 13 *Anni Siderii totidem Julianos cum Intercalationibus tribus, horis*	8^h 00′
Itaque Mercurius revertitur ad Solem poſt Annos Julianos 13 *atq; inſuper*	2^d 17^h 34′
Vel cum quatuor intercalationibus, ſi præcedens annus ſit tertius à Biſſext.	1 17 34
Ex arcu vero 56′, 10″. & *angulo dato, ſit perpendicularis ſive proxima diſtantia* ☿ ii *à Sole*	0 8′ 3″
Itaque ☿ *poſt* 13 *annos intra Solem conſpicuus* 8′. 3″ *Borealius incedit*	
Pari Argumento in 46 *annis ſideriis movetur* ☿	11^s 28° 36′ 8″
Deſunt itaq; ad revolutiones 191 *integras*	0 1 23 52
Hoc eſt in tempore	8^h 12′
Quo promovetur Sol	0° 20′ 41″
Hic arcus è Terra viſus ſit	0 9 36
Baſis vero ei competens	0 9 30
Tempus vero quo Mercurius baſin percurrit ſit	1^h 36′ 00
Excreunt vero 46 *Anni Siderii totidem Julianos cum* 11 *Intercalationibus, horis*	19 3 00
Ac Mercurius revertitur ad Solem poſt 46 *annos Julianos atq; inſuper*	1^d 4^h 51′
Vel cum duodecim intercalationibus, ut ſit cum annus præcedens ſit ſecundus vel tertius à Biſſextili	0 4^h 51′
Perpendicularis vero qui Mercurius in Boream provehitur ſit	0° 1′ 22″

Pe-

	h	'
Periodus vero maxime accurata Mercurii ad Solem absolvitur annis sideriis 263 atque insuper	1	11 ½
Hi vero siderii superant totidem Julianos cum 66 intercalationibus, horis	10	20
Unde post 263 Annos Julianos, Mercurius ad Solem revolvitur, tardius vero	11	31 ½
Quod si præcedens annus Bissextilis fuerit ad dantur	1d 11	31 ½

Post hoc demum intervallum Borealius incedit non nisi decem minutis secundis.

Ceteræ vero periodi latiores ex jam inventis facili negotio eruunter, suntq; vel Sex vel Septem Annorum.

Quæ septem annis absolviter, Mercurium deprimit versus Austrum 22'. 47", ac septem dies integros minus 9 minutis citius provenit, si duæ fuerint intercalationis. At cum una intercalatione, cum scil: annus prior Bissextilis sit, 6 dies subducendi sunt, additis tantum 9 minutis, ut prius.

Rarius vero post sex Annos in Solis disco conspicitur iterum vagus ille Planeta, qui exacta hac periodo 30'. 50" Borealius transit; idq; tardius 8d. 17h. 25', si annus præcedens sit secundus vel tertius à Bissextili; aliter 9d. 17h. 25' addendi sunt.

Pariter si fiat Conjunctio ad Nodum Descendentem Mense *Aprili*.

	s	°	'	"
Longitudo Solis à prima stella Arietis	0	15	44	00
Mercurii Longitudo ex Sole visa	6	15	44	00
Distantia planetæ à Sole ut prius		45308		
Distantia ejus à Terra		55699		
Motus Mercurii è Sole visus Sex horis		0	43	21
Motus Solis in eodem tempore		0	14	29
Motus Mercurii à Sole		0	28	52
Hinc angulus Viæ Visæ Mercurii intra Solis discum cum Ecliptica fit		10	18	00
Motus vero visus à Terra in sex horis		0	23	52

Unde

Unde ſequendo methodum calculi præcedentis, evincitur Mercurium poſt 13 *annos atque in ſuper* 3d. 7h. 37′ *ad Solis conjunctionem revolvi; quod ſi præcedens Annus fuerit tertius à Biſſextili, tunc addendi ſunt* 2d. 7h. 37′. *tantum: ac tum Mercurius* 16′. 55″. *Auſtralius incedere reperietur. Poſt* 46 *vero annus, cum* 12 *intercalationibus addantur* od. 7h. 14′. *& habebitur Mercurius Soli conjunctus in tramite Auſtraliore* 2′. 53″. *ſi vero annus prior Biſſextilis fuerit, vel ab eo primus, addendus eſt* 1d. 7h. 14′. *ut habeatur accurate Synodus. Similiter poſt* 263 *annos, quibus Mercurius in Auſtrum deflectitur* o′. 22″. *addendus eſt vel* 1d. 11h. 49′, *vel* 11h. 49′. *juxta legem in priori caſu præſcriptam.*

At annis ſex vel ſeptem ob viciniam Terræ ac planetæ, atque idcirco ob ampliatos arcus, ad hunc Nodum non revertitur ad Solem, ut intra diſcum appareat. Poſt Annos autem 33 *Solem tranſit viâ magis Boreali* 14′. 2″. *ac habetur momentum conjunctionis ſubducendo à prioris tempore* 3d. oh. 23′. *ſi fuerit in anno tertio à Biſſextili; aliter ſubduc* 2d. oh. 23′. *tantum.*

His inventis facile erit continuare calculum pro omnibus hiſce conjunctionibus Mercurii cum Sole, idque cum ſummâ certitudine, ac ſine ullâ hæſitatione an omnes poſſibiles habeantur, necne: Sola Additione obtinentur momenta conjunctionum ac diſtantiæ planeta à Centro Solis, unde etiam ope Tabellæ depromuntur durationes harum, ut ita dicum, Eclipſium: ut nihil ſit quod in hac re deſiderari videatur.

Epochas vero quod ſpectat, eæ tutius Obſervatorum induſtria comparantur, quam Calculi cujuſvis Subtilitate: adeoque elegimus in primo caſu, notabilem illum tranſitum Mercurii quem ipſe in Inſula Sanctæ Helenæ *perfectiſſime obſervavi, Octob.* 28. *Anno* 1677. *St. Vet. & cujus medium ex initio & fine determinavi in prædicta Inſula quidem* oh. 4′. *P. M.* Londini *vero* oh. 28′. *P. M. Semita vero qua incedere viſus eſt Planeta* 4′. 40″. *Borealior erat Solis centro. In altero caſu, viz. cum Mercurius Soli conjungitur*

Menſe Aprili, Ex Cl. Hevelii Mercurio in Sole viſo *pag.* 72, 75. *Epocham deſumere placuit; nempe quod Apr.* 23. *Anno* 1661. *St. Vet.* 6h. 8'. *P. M.* Gedani, *hoc eſt* 4h. 52'. Londini, *Mercurius Solis centro proximus apparuit, utpote in medio tranſitu, ſimulque diſtabat ab eodem centro* 4'. 27''. *ad Boream. Hinc juxta præcepta præmiſſa, omnes ordine viſibiles conjunctiones Mercurii cum Sole ſimul exhibere, exigui laboris opus erit: ac in exemplum quod cuivis in poſterum imitari licet, accipe hujus ſeculi ab invento Teleſcopio quotquot uſquam apparuere hujuſmodi Phænomena vel quæ etiam inſequentis ſeculi poſteris apparitura ſunt.*

Series momentorum quibus Mercurius Soli conjunctus intra diſcum ejus conſpicitur, per præſens & futurum ſeculum, cum diſtantiis Planeta à Solis centro.

APRILI.

Ann.	Temp. Conj. d.	h.	'	Diſt à centr. ☉ '	''	
1615	22	21	38**	7	20	B
1628	25	5	15*	9	35	A
1661	23	4	52*	4	27	B
1674	26	12	29	12	28	A
1707	24	12	6	1	34	B
1720	26	19	43*	15	21	A
1740	21	11	43	15	36	B
1753	24	19	20*	1	19	A
1786	22	18	57*	12	43	B
1799	26	2	34**	4	12	A

OCTOBRI.

Ann.	Temp. Conj. d.	h.	′	Dist à centr. ☉. ′	″	
1605	22	8	29	12	48	A
1618	25	2	3*	4	45	A
1631	27	19	37*	3	18	B
1644	30	13	11	11	21	B
1651	23	13	20	11	26	A
1664	25	6	54*	3	23	A
1677	28	0	28**	4	40	B
1690	30	18	2*	12	43	B
1697	23	18	11*	10	4	A
1710	26	11	45	2	1	A
1723	29	5	19*	6	2	B
1730	22	5	28	16	45	A
1736	30	22	53**	14	5	B
1743	24	23	2**	8	42	A
1756	26	16	36	0	39	A
1769	29	10	10	7	24	B
1776	22	10	19	15	23	A
1782	Nov. 1	3	44*	15	27	B
1789	25	3	53*	7	20	A

Transitus qui signo * notantur, Londini ex parte visibiles sunt, qui vero signo **, toti conspici possunt.

Notandum vero est Solis Diametrum ad Nodum ☿ii *Ascendentem Mense* Octobri *occupare* 32′. 34″ *atq; adeo maximam durationem centralis transitus esse* 5ʰ. 29′: *Mense vero* Aprili *Diameter Solis fit* 31′. 54″; *unde ob tardiorem Planetæ motum oritur duratio maxima* 8ʰ. 1′. *Quod si obliquè incidat Mercurius, durationes hæ breviores redduntur pro ratione distantiæ à centro Solis: Quoq; perfectior calculus hic reddatur, sequentes Tabellas adjunxi quibus exhibentur dimidiatæ durationes harum Eclipsium ad singula minuta distantiæ visæ à centro Solis; quæ additæ ac sublatæ à conjunctionis momento in priori Tabula invento, initium ac finem totius Phænomeni designant.*

Octobri.

Min. Dist. ′	*Semi-durat.* H. ′
0	2 44½
1	2 44
2	2 43
3	2 41½
4	2 39½
5	2 36½
6	2 33
7	2 28½
8	2 23
9	2 17
10	2 10
11	2 1
12	1 51
13	1 39
14	1 24
15	1 4
15½	0 50
16	0 30

Aprili.

Min. Dist. ′	*Semi-durat.* ″ ′
0	4 0½
1	4 0
2	3 58½
3	3 56
4	3 53
5	3 48½
6	3 43
7	3 36
8	3 28
9	3 18½
10	3 7
11	2 54
12	2 38
13	2 19
14	1 55
15	1 21½
15½	0 56

Obſervationes omnes hucuſq; habitas rite repræſentant hi numeri, nec eſt quod dubitem de futuris, cum ex omnibus Planetis Mercurius Soli proximus ejus centro adeo vicinus ſit, ut aliorum centrorum interventu minime cieatur, nec deviationibus illis quæ à cæterorum ſyſtemate oriuntur quibuſq; Superiores præſertim Saturnus obnoxii ſunt, quod ſentiri poſſit interturbetur.

Parallaxes conſultò omiſi, ut perexiguas, quæq; locis diverſis diverſæ obvenientes generaliori calculo immiſceri non debent; quodq; etiam quantæ ſint non ſatis adhuc conſtat, ſed potius ex hujuſmodi Obſervatis tutiſſime derivari poſſint: Diametri etiam Mercurii rationem non habui, quia ſupra fidem parvus per paucula

paucula solum minuta limbo adhærere videtur. Ex observatione accuratissimâ deprehendi vix duo minuta elapsa dum totus è Sole egrederetur Octob. 28vo. 1677, *unde conclusi Diametrum ejus* 0'. 11", *ac juxta rationem distantiarum à Terra ad Nodum alterum esse,* 0'. 13" ½ *fere, adeoq; tunc* 3' ½ *temporis minuta insumi, dum totus planeta Solis limbum directe pervadit: Oblique vero transiens paulo diutius hæret, secundum ac Secantes angulorum incidentiæ augentur. Æquationes etiam Temporis haud opus est ut æstimemus, quia per plures dies hinc inde in utroq; mense constantes ac quasi invariatæ persistunt.*

De Visibili Veneris cum *Sole* Conjunctione.

V*Enus quamvis syderum omnium speciosissima, more sexus sui, sine mutuato cultu ac splendore ascititio in conspectum prodire veretur: Hoc etenim spectaculum inter Astronomica longe nobilissimum, instar Ludorum secularium, integri seculi Mortalibus invident motuum arctæ Leges. Unico vero hoc Observato summa cum certitudine distantiam Solis à Terra determinari posse, quæ ob Parallaxin alius prorsus insensibilem vagis terminis hucusq; definita est, post hac declarabitur. Periodos vero quod attinet, illæ non adeo accurate ac Mercuriales describi possunt, cum Venus semel tantum ob Orbe condito, idq; ab* Horroxio *nostro, intra Solis discum deprehensa sit: Correctis autem motibus quantum per rudiores Veterum observationes licet accipe jam summam Calculi.*

	s	o	'	"
Longitudo Nodi Ascendentis Veneris a prima Stella Arietis	1	15	16	00
Sol itaq; ei jungitur in puncto opposito, hoc est, per hæc secula, circa finem Novembris	7	15	16	00
Distantia Veneris à Sole partium	71997			
Distantia Veneris à Terra	26438			
Inclinatio Orbitæ Veneris ad Eclipticam	3°. 23'			

Motus

	s	°	'	"
Motus Veneris in Octo Annis sydereis, supra tredecim Revolutiones	0	1	30	28½
Motus Veneris in 235 *Annis sydereis supra* 381 *Revolutiones*	11	29	17	39
Motus veneris in 243 *Annis sydereis supra* 395 *Revolutiones*	0	0	48	8

Ex his principiis, inito calculo juxta methodum in Mercurio expositam, proveniunt intervalla temporum ac distantiarum ut sequitur.

Post octo annos Venus revolvitur ad Solem, scilicet sublatis à prioris transitus momento $2^d. 10^h. 52'\frac{1}{2}$. *Incedit vero Planeta semitâ* 24'. 41". *priore magis Australi.*

Post annos 235, *additis* $2^d. 10^h. 9'$, *Venus iterum Solem ingredi potest, sed viâ* 11'. 33" *Borealiori: Quod si præcedens annus Bissextilis fuerit* $3^d. 10^h. 9'$ *addendi sunt.*

Post annos 243, *Venus etiam Solem transire potest, auferendo tantum* $0^h. 43'$ *a prioris tempore, Australius vero incedit* 13'. 8": *Quod si præcedens annus Bissextilis fuerit, adde* $23^h. 17'$.

Et in omnibus his appulsibus Veneris ad Solem, Mense Novembri, *Angulus viæ visæ Veneris cum Ecliptica fit* 9°. 5', *ac motus ejus Horarius intra Solem* 4'. 7"; *cumq; semidiameter Solis sit* 16'. 21", *provenit maxima duratio transitus centri Veneris* $7^h. 56''$.

Deinde conjungantur Sol & Venus ad Nodum Descendentem Mense Maio; *ac juxta numeros eosdem supputantur intervalla eadem. Post octo Annos auferendi sunt* $2^d. 6^h. 55''$, *ac Venus orbitâ* 19'. 58" *Borealiori pertransibit.*

Post annos 235 *adde* $2^d. 8^h. 18'$, *vel si prior annus Bissextilis fuerit,* $3^d. 8^h. 18'$ *& habebis Venerem Australiorem* 9.' 21".

Deniq; post 243 *annos; adde* $0^d. 1^h. 23'$; *vel si prior annus Bissextilis fuerit* $1^d. 1^h. 23''$ *& reperietur Venus iterum Soli conjuncta sed in tramite* 10'. 37" *magis Boreali.*

In omni ad hunc Nodum transitu intra Solem, angulus viæ visæ Veneris cum Ecliptica fit 8°. 28; *ac Horarius ejus motus* 4'. 00"; *ac Solis semidiametro subtendente* 15'. 51", *provenit duratio maxima centralis transitus etiam* $7^h. 56'$; *præcise eadem ac ad Nodum alterum.*

Quod

Quoad Epochas: Ex ingressu quem solum vidit Horroxius in Sole jamjam occasuro, concluditur, Venerem Soli junctam fuisse Londini 1639. Novemb. 24. 6^{h}. 37'. *sed versus austrum incessisse* 8'. 30''. *Mense* Maio *vero à nemine Mortalium hucusque intra Solem visa est, sed ex numeris meis quos non multum à cœlo ablusuros confido, constat Venerem proximâ vice Solem subituram An.* 1761. *Maii* 25^{d}. 17^{h}. 55', *mediâ scil. Eclipsi, ac tunc distare à centro ejus versus Austrum* 4'. 15''.

Hinc & ex præmissis revolutionibus facili negotio omnia hujus generis Phenomena per Millenium integrum computavi, ut in sequenti Tabella exhibentur.

Mense Novembri.

Ann.	Temp. Conj. d.	h.	'	Dist. à Cent. '	''	
918	20	21	53	6	12	B
1161	20	21	10	6	55½	A
1396	23	7	20	4	38	B
1631	26	17	29	16	11	B
1639	24	6	37	8	30	A
1874	26	16	46	3	3	B
2109	29	2	56	14	36	B
2117	26	16	3	10	5	A

Mense Maio.

Ann.	d.	h.	'	'	''	
1048	24	13	45	3	50	B
1283	23	8	14	5	31	A
1291	25	15	9	14	27	B
1518	25	16	32	14	52	A
1526	23	9	37	5	6	B
1761	25	17	55	4	15	A
1769	23	11	00	15	43	B
1996	28	02	13	13	36	A
2004	25	19	18	6	22	B

Dura-

Durationes harum Venerianum Eclipsium quod attinet, respectu centri eodem modo supputari possunt ac Mercuriales; sed cum Diameter Veneris satis ampla sit, cumq; Parallaxes etiam differentiam valde notabilem quoad tempus ingerere possint, calculus peculiaris pro locis singulis necessario subeundus est.

Veneris autem Diameter tanta est, ut dum limbo Solis adhæret, ferme 20 *temporis minuta præterfluunt; cum scil: Solem directe aggreditur; oblique vero incidens, etiam diutius limbo immoratur. Occupat autem diameter ista, juxta Horroxii observationem* 1′. 18″, *dum ad Nodum Ascend: Soli jungitur; ac* 1′. 12″ *ad Nodum alterum. Præcipuus autem harum conjunctionum usus est, Solis à Terra distantiam sive parallaxin ejus accurate determinare, quam quidem frustra variis methodis tentaverunt Astronomi; dum instrumenta quantumvis subtilia angulorum quesitorum minutæ facile eludunt. At in observando Veneris in Solem ingressu & ab eodem egressu, spatium temporis inter momenta contactuum internorum, ad ipsum temporis minutum secundum, hoc est, ad $\frac{1}{15}$ minuti secundi sive* 4‴ *arcus observati, ope mediocris Telescopii, & Horologii Oscillatorii per* 6 *vel* 8 *horas accurate sibi constantis, obtineri potest. Ex duabus autem talibus observationibus in Locis idoneis debite institutis, intra quingentesimam partem certò concludi Solis distantiam proximâ occasione commonstrabo.*

Ne quid obscuri Lectoribus Astronomice minus doctis videretur, Schemata pro utriusq; Planetæ transitu delineavi, Fig. 12, 13, *quibus rem oculis subjicere conatus sum.*

Some